

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-222921

(43) 公開日 平成9年(1997)8月26日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 5 D 1/02			G 0 5 D 1/02	W
G 0 1 C 19/00		9402-2F	G 0 1 C 19/00	Z
// G 0 1 C 21/00			21/00	D

審査請求 未請求 請求項の数 1 F D (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平8-51042

(22) 出願日 平成8年(1996)2月14日

(71) 出願人 000006208

三菱重工株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番1号

(71) 出願人 000176730

三菱プレシジョン株式会社

東京都港区三田3丁目13番16号

(72) 発明者 赤羽 史博

神奈川県相模原市田名3000番地 三菱重工  
株式会社相模原製作所内

(72) 発明者 高木 博

神奈川県鎌倉市上町屋345番地 三菱プレ  
シジョン株式会社内

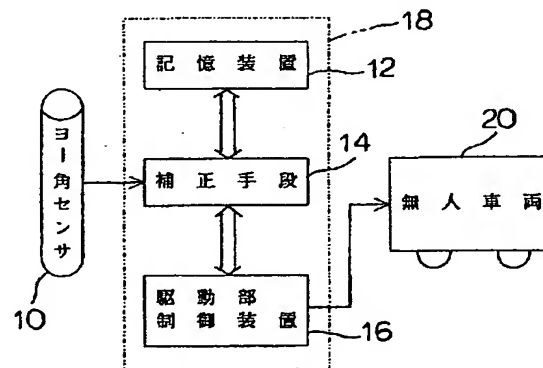
(74) 代理人 弁理士 越智 俊郎

(54) 【発明の名称】 無人車輛の走行制御装置

(57) 【要約】

【課題】 走行すべき経路が予め定まっておき、該走行路に水平面に対する傾斜がある場合にも、無人車輛の走行制御装置に使用されているヨー角センサによる方位角の検出精度を低コストで保持する。

【解決手段】 カーブにおける水平面に対するピッチ傾斜角とロール傾斜角が夫々略3度以下である走行路を走行する無人車輛20と、前記走行路の平面視軌跡データと、各カーブに於ける前記ピッチ傾斜角とロール傾斜角とを予め記憶させた記憶装置18と、前記車輛に搭載したヨー角センサ10と、車輛がカーブを通過する際に出力する前記ヨー角センサの出力角度値からヨー角補正値 $\Delta\phi = 0.5 \cdot [(\phi^2 + \theta^2) \cdot \omega z dt]$ を減算する補正手段14と、該補正手段の出力を受けて前記車輛の駆動部を制御する駆動部制御装置16とを具備するように構成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 カーブにおける水平面に対するピッチ傾斜角とロール傾斜角が夫々略3度以下である走行路を走行する車輛と、

前記走行路の平面視軌跡データと、各カーブに於ける前記ピッチ傾斜角とロール傾斜角とを予め記憶させた記憶装置と、

前記車輛に搭載したヨー角センサと、

車輛がカーブを通過する際に出力する前記ヨー角センサの出力角度値から下記のヨー角補正值 $\Delta\psi$

$$\Delta\psi = 0.5 \cdot [(\phi^2 + \theta^2) \cdot \omega z d t]$$

$\phi$  : 走行カーブのロール傾斜角

$\theta$  : 走行カーブのピッチ傾斜角

$\omega z$  : 車輛の旋回角速度

$t$  : カーブにおける走行経過時間

[ : 積分記号

を減算する補正手段と、

該補正手段の出力を受けて前記車輛の駆動部を制御する駆動部制御装置とを具備することを特徴とする無人車輛の走行制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、AGV等の走行すべき経路の定まっている無人車輛の走行制御装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 予め定まっている走行すべき経路に水平面に対するピッチ傾斜角やロール傾斜角のある場合は、ヨー角センサとしての1軸ジャイロでは正確な方位角が得られない。そこで従来はフルストラップダウンのAHR S (姿勢方位基準装置) を使うか、又は傾斜計を2個取り付け、1軸ジャイロの出力から得られる方位角に補正を行っていた。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 然しながら、上記補正方法ではAHR Sや傾斜計のコストが高く、低コスト化を望む声があった。

【0004】 依って本発明は、走行すべき経路が予め定まっており、該走行路に水平面に対する傾斜がある場合にも、無人車輛の走行制御装置に使用されているヨー角センサによる方位角の検出精度を低コストで保持することを目的とする。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】 上記目的に鑑みて本発明は、図1に原理図を示すように、カーブにおける水平面に対するピッチ傾斜角とロール傾斜角が夫々略3度以下である走行路を走行する車輛20と、前記走行路の平面視軌跡データと、各カーブに於ける前記ピッチ傾斜角とロール傾斜角とを予め記憶させた記憶装置18と、前記車輛に搭載したヨー角センサ10と、車輛がカーブを通

過する際に出力する前記ヨー角センサの出力角度値から下記のヨー角補正值 $\Delta\psi$

$$\Delta\psi = 0.5 \cdot [(\phi^2 + \theta^2) \cdot \omega z d t]$$

$\phi$  : 走行カーブのロール傾斜角

$\theta$  : 走行カーブのピッチ傾斜角

$\omega z$  : 車輛の旋回角速度

$t$  : カーブにおける走行経過時間

[ : 積分記号

を減算する補正手段14と、該補正手段の出力を受けて前記車輛の駆動部を制御する駆動部制御装置16とを具備することを特徴とする無人車輛の走行制御装置を提供する。この記憶装置12、補正手段14、駆動部制御装置16は、例えばマイクロコンピュータ18によって構成できる。

【0006】 走行路の平面視軌跡データと比較する車輛の方位角を該車輛に搭載したヨー角センサによって検出しても、走行路のカーブに水平面に対する傾斜が存在する場合には、そのカーブのピッチ傾斜角とロール傾斜角の影響によってヨー角センサの出力値は正確な方位角を示さない。このカーブにおけるピッチ傾斜角とロール傾斜角が夫々略3度以下である。補正手段によってヨー角センサの出力角度値に上記の式で示すヨー角補正值を減算補正することによって正確な方位角に補正できる。

## 【0007】

【発明の実施の形態】 以下本発明を添付図面に示す実施の形態例に基づいて更に詳細に説明する。図1は無人車輛の走行路の平面視を示す。図2は矢視線BB-BBによる断面図、図3は矢視線CCによる側面図である。工場建屋等KJを回避しながら、出発点Aから真北方向に直線路L1、B点からC点まで時計方向に90度旋回する円弧路C1、真東方向に直線路L2、D点からE点まで反時計方向に90度旋回する円弧路C2、真北方向に直線路L3、F点からG点まで反時計方向に45度旋回する円弧路C3、北西方向に直線路L4、H点からI点まで時計方向に45度旋回する円弧路C4、真北方向に直線路L5、J点からK点まで時計方向に90度旋回する円弧路C5、そして真東方向に直線路L6を走行して終点Lに至る走行路である。

【0008】 走行路には所定位置に丸印で示すランドマークLMが埋設されており、また各円弧路において、水平面HLに対するピッチ傾斜角 $\theta$ とロール傾斜角 $\phi$ とは夫々略3度以下と小さく形成している。車輛Vの走行制御装置には、この走行路の平面視軌跡データと、上記各円弧路の各傾斜角 $\theta$ 、 $\phi$ を予め記憶させた記憶装置を具備している。また、車輛Vにはヨー角センサである1軸ジャイロJRが搭載されている。

【0009】 この1軸ジャイロJRによって該車輛Vの進行方向(方位角)を検出しつつ前記平面視軌跡データと比較して車輛の走行方向を修正し、正しい方向に走行させる。また、各位置におけるランドマークLMによ

10

20

30

40

50

て1軸ジャイロのドリフト誤差等の検出誤差をリセットし、各ランドマーク間を1軸ジャイロによって走行制御する。

【0010】然しながら、車輛が走行する場合にヨー角を検出できる1軸ジャイロセンサの出力によってヨー角を検出しても、走行路のカーブに傾斜が存在する場合にはそのカーブのピッチ傾斜角 $\theta$ とロール傾斜角 $\phi$ の影響\*

$$\psi' = -\sin\theta \cdot \omega x - \sin\phi \cdot \cos\theta \cdot \omega y + \cos\phi \cdot \cos\theta \cdot \omega z \quad \dots (1)$$

$\omega x$ : 車輛の進行方向x軸周りの角速度(ローリング角速度)

$\omega y$ : x軸に直交する方向のy軸周りの角速度(ピッチング角速度)

$\omega z$ : 車輛の旋回角速度

【0012】各円弧路のピッチ傾斜角 $\theta$ とロール傾斜角 $\phi$ は共に小さいので、通常の走行路では角速度 $\omega x$ と $\omega y$ は0とおけ、式(1)は次式となる。

$$\psi' = (1 - \phi^2/2) \cdot (1 - \theta^2/2) \cdot \omega z = \omega z - 0.5 \cdot (\phi^2 + \theta^2) \cdot \omega z + 0.25 \cdot \phi^2 \cdot \theta^2 \cdot \omega z$$

ここで第3項は高次の微小項であるため無視すると、次

$$\psi' = \omega z - 0.5 \cdot (\phi^2 + \theta^2) \cdot \omega z$$

$$\psi = [\omega z dt - 0.5 \cdot (\phi^2 + \theta^2) \cdot \omega z dt] \quad \dots (2)$$

$$= [\omega z dt - \Delta\psi] \quad \dots (3)$$

$$\Delta\psi = 0.5 \cdot (\phi^2 + \theta^2) \cdot \omega z dt \quad \dots (4)$$

ヨー角センサである1軸ジャイロはヨー角として $[\omega z dt]$ を出力するため、式(3)の意味はこの出力値 $[\omega z dt]$ から補正值 $\Delta\psi$ を差し引く補正を行うと方位角 $\psi$ が正確に求まることである。カーブにおいて $\phi$ と $\theta$ が一定であれば、補正值 $\Delta\psi$ は次式となる。

$$\Delta\psi = 0.5 \cdot (\phi^2 + \theta^2) \cdot [\omega z dt]$$

【0014】円弧路C1のピッチ傾斜角 $\theta$ 、ロール傾斜角 $\phi$ 、車輛の旋回角速度 $\omega z$ 、水平面内で計測する車輛の旋回すべき角度、即ち方位角 $\psi$ が夫々以下の如き値

$\phi$ : 1.15度

$\theta$ : 2.86度

$\psi$ : 90度

であり、簡単のため $\omega z$ が一定値の5.31度/秒の場合につき補正值 $\Delta\psi$ を算出する。まず、式(2)によ

$$[\omega z dt = 90.13度]$$

が得られる。次に式(3)又は式(4)によ

$$\Delta\psi = 0.13度$$

が得られる。

【0015】即ち、車輛Vは位置Bから時計周り方向に水平面内において90度旋回して位置Cに到達したいが、この間の方向制御では1軸ジャイロJRの検出角度によって車輛の方位が定められるが、方位角 $\psi$ が90度となった際には1軸ジャイロの出力 $[\omega z dt]$ は90.13度である。従って逆にいえば、補正手段がなければ

＊によって1軸ジャイロの出力値は正確な方位角を示さない。そこで方位角 $\psi$ の時間変化率 $\psi'$ が下記の厳密な式(1)で表現されることを利用して、正確な方位角 $\psi$ を得て車輛Vを走行路に正しく沿って走行させる手法を説明する。

【0011】

＊ここで三角関数の倍角公式を当てはめると以下のようになる。

$$\psi' = (1 - 2 \cdot \sin^2(\phi/2)) \cdot (1 - 2 \cdot \sin^2(\theta/2)) \cdot \omega z$$

ピッチ傾斜角 $\theta$ とロール傾斜角 $\phi$ は共に小さいため以下の如くなる。

20★【0013】この式を旋回経過時間 $t$ で積分すれば方位角 $\psi$ は下記の式で表現される。便宜上、積分記号として

★[を用いる。

$$\psi = \int [\omega z dt - 0.5 \cdot (\phi^2 + \theta^2) \cdot \omega z dt] \quad \dots (2)$$

$$= \int [\omega z dt - \Delta\psi] \quad \dots (3)$$

$$\Delta\psi = 0.5 \cdot (\phi^2 + \theta^2) \cdot \omega z dt \quad \dots (4)$$

方位角 $\psi$ が90度となる前に、車輛は1軸ジャイロによって90度旋回したものと判断される。これでは旋回終了目標の位置Cに到達できず、その手前位置C'において次の走行経路である直線路L2の直線走行制御に入り、 $[\omega z dt = 90度]$ 方向の破線方向に走行させる。従って、次のランドマークLMまでの距離によっては、このランドマークLMが検知できない北側に偏位した位置LM'に至ることがある。

【0016】これを防止するために、ジャイロの出力値 $[\omega z dt = 90.13度]$ から補正值 $\Delta\psi = 0.13度$ を減算した値(90度)を出力値とするよう補正を行えば、正確に点Cに到達する。この説明では円弧路C1を旋回終了した状態の補正としているが、1軸ジャイロがヨー角を刻々と検出する毎に、或いは複数回の検出毎にその時の出力値 $[\omega z dt]$ を、それに対応する補正值 $\Delta\psi$ (式(4))によって減算補正して方位角 $\psi$ を求める(式(3))こともできる。

【0017】こうして方位角 $\psi$ を正確に検出できれば、直線路L2に沿った真東方向に走行できる。再び円弧路C2においても上記と同様にジャイロ出力を補正し、直線路L3の真北方向に走行できる。円弧路C3では旋回角度が45度であるが、補正方法は同様であり、補正後直線路L4に沿って走行でき、その後同様に補正しつつ、円弧路C4、直線路L5、円弧路C5、直線路L6と経過して最終目的地Lに至ることができる。

【0018】以上の走行制御を、図5に示すフロー図によって説明する。ステップ30においてスタート点Aから走行を開始し、ステップ32においてランドマークL、Mの有無を判定する。ランドマークがあれば、ステップ34に進み、そのランドマークがカーブC1の開始（B点の）ランドマークか否かを判断する。カーブ開始のランドマークであれば、ステップ36にてジャイロのドリフト誤差等の検出誤差をリセットすると共に、記憶装置に予め記憶させているカーブの傾斜角度 $\theta$ 、 $\phi$ を読み込む。

【0019】次に、ステップ38においてカーブC1を旋回走行させ、ステップ40においてジャイロJ、Rの出力値を読み、式（4）に従って補正する。再びステップ32においてランドマークの有無を判定し、ランドマークがあればステップ34においてカーブの開始のランドマークか否かを判定するが、前回のランドマークを開始ランドマークとしたので今回のランドマークは旋回終了を示すランドマークであり、開始ランドマークではないためステップ42に進み、ここにおいてカーブの終了ランドマークと判定され、ステップ44に進む。ステップ44においてジャイロのドリフト誤差等の検出誤差をリセットさせ、ステップ46において直線走行制御に入る。

【0020】前記ステップ42においてランドマークがカーブの終了を示すランドマークでなければ、ステップ52に進み、このランドマークが終点Lのランドマークか否かを判定する。終点でなければ直線走行の途中のランドマークであり、ステップ44に進み、ジャイロのドリフト誤差等の検出誤差をリセットさせる。また、ステップ52において終点のランドマークと判定されれば、

ステップ54において停止させる。  
【0021】ステップ32においてランドマークが無いと判定されれば、ステップ48に移行し、1回前のラン\*

\*ドマークから所定の距離走行したか否かが判定され、その結果、未だ所定距離走行していない場合はステップ46に進み、そのまま直線走行を続行させる。もし、ステップ48において、既に所定の距離を走行していると判定すれば、それでもランドマークが検知されないのであるから、図2に破線（C' とLM' 間）で示したように走行の方向がずれており、この場合はステップ50に進んで緊急停止させる。

【0022】以上のフロー図の説明では、カーブはC1につき説明したが、他のカーブでも同様である。

【0023】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように本発明によれば、走行すべき経路が定まっており、該走行路に水平面に対する傾斜がある場合にも、無人車輛の走行制御装置に使用されているヨー角センサによる方位角の検出精度を低コストで保持することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は本発明に係る無人車輛の走行制御装置の原理を示す図である。

20 【図2】図2は本発明に係る無人車輛の走行経路の例を示す平面図である。

【図3】図3は図2の矢視線B-Bによる断面図である。

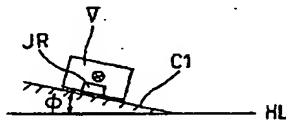
【図4】図4は図2の矢視線C-Cによる側面図である。

【図5】図5は走行制御を示すフロー図である。

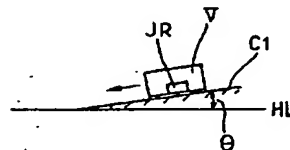
【符号の説明】

C1, . . . , C5	円弧路（カーブ）
V	無人車輛
$\theta$	カーブのピッチ傾斜角
$\phi$	カーブのロール傾斜角
$\psi$	方位角
$\omega z$	車輛の旋回角速度

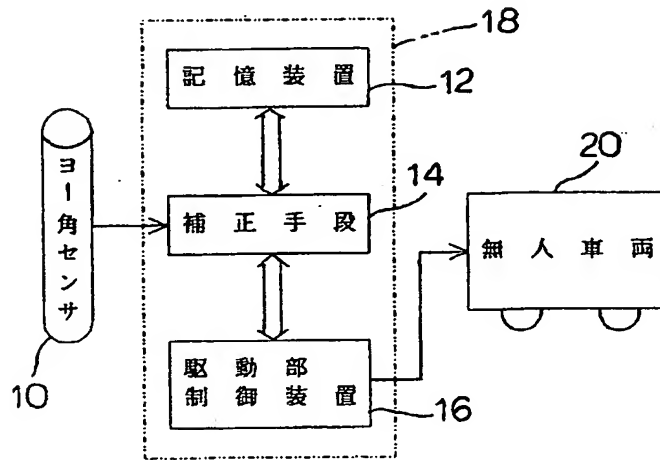
【図3】



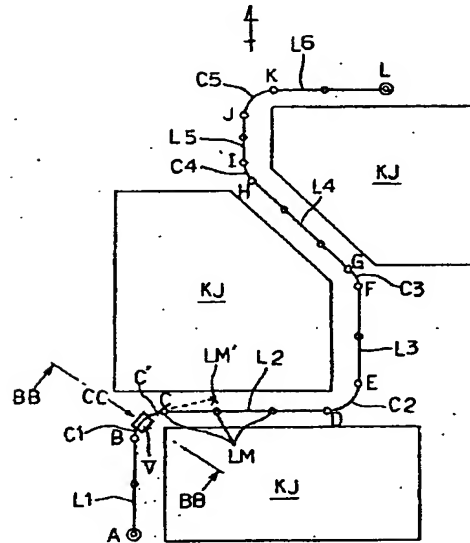
【図4】



【図1】



【図2】



【図5】

